

Особенности применения метода наклонно направленного бурения для прокладки промышленных трубопроводов

Шейкин В.А.

АО «ТомскНИПНефть», Томск, Россия
sheykinva@tomsknipi.ru

Аннотация

В статье рассмотрены особенности применения метода наклонно направленного бурения (ННБ) при пересечении трубопроводами существующих коммуникаций. Обосновано использование альтернативного вида выполнения инженерных изысканий — георадиолокационного обследования — который позволяет выявить возможные скрытые осложнения. Георадиолокационное обследование при этом исключает дискретный характер исследований массива грунта и позволяет определить более полно геологические характеристики для целей проектирования переходов методом наклонно направленного бурения.

Материалы и методы

Использованы фактические данные и условия для одного из объектов проектирования АО «ТомскНИПНефть», а также результаты георадиолокационного обследования. Обследование достоверно показало наличие уплотненных объектов и разуплотненных зон. В результате была выбрана оптимальная

траектория для подземного перехода методом наклонно направленного бурения.

Ключевые слова

наклонно направленное бурение, инженерные изыскания, геология, георадиолокационное обследование

Для цитирования

Шейкин В.А. Особенности применения метода наклонно направленного бурения для прокладки промышленных трубопроводов // Экспозиция Нефть Газ. 2021. № 6. С. **-**. DOI: 10.24412/2076-6785-2021-6-**-**

Поступила в редакцию: 26.10.2021

DRILLING

UDC 553.98 (571.1) | Original Paper

Features of the application of the directional drilling method for laying field pipelines

Sheikin V.A.

“TomskNIPNeft” JSC, Tomsk, Russia
sheykinva@tomsknipi.ru

Abstract

The article discusses the directional drilling method when pipelines intersect existing communications. The use of an alternative type of engineering survey – GPR survey method – to identify hidden complications is justified. At the same time, the GPR survey excludes the discrete nature of the soil mass studies and gives us fully the geological characteristics for designing transitions by the directional drilling method.

Materials and methods

The authors used the actual data for one of the design objects “TomskNIPNeft” JSC and the results of the geo-radiation survey. The survey reliably showed the presence of compacted objects and

decompressed zones. As a result, the optimal trajectory for the underpass was chosen by the method of directional drilling.

Keywords

directional drilling, engineering surveys, geology, GPR survey method

For citation

Sheikin V.A. Features of the application of the directional drilling method for laying field pipelines. Exposition Oil Gas, 2021, issue 6, P. **-**. (In Russ). DOI: 10.24412/2076-6785-2021-6-**-**

Received: 26.10.2021

Актуальность

Горизонтальное (наклонное) направленное бурение — многоэтапная технология бестраншейной прокладки подземных инженерных коммуникаций с помощью специализированных мобильных буровых установок, позволяющих вести управляемую проходку

по криволинейной траектории, расширять скважину, протягивать трубопровод [1].

Метод ННБ активно применяется в городской среде, позволяя выполнить прокладку коммуникаций (трубопроводов, кабелей и др.) с минимальным повреждением городской инфраструктуры, что в свою очередь

существенно сокращает сроки реализации нового перехода. К примеру, при прокладке трубопровода методом ННБ под асфальтированной дорогой городской трафик функционирует в штатном режиме [4].

В связи с необходимостью выполнения переходов трубопроводами через водные

преграды, различные коммуникации сторонних владельцев, метод ННБ может быть практически безальтернативным [3]. Ввиду сложности реализации строительства переходов коммуникаций методом ННБ может возникнуть ряд негативных ситуаций, таких как:

- отказ в полной проходке или расширении скважины (упор в непроходимый грунт/породу, недостаток мощности буровой установки, иное);
- обрушение скважины ННБ;
- дефекты защитного футляра/рабочего трубопровода (гофры, смятие, обрывы);
- потеря траектории и точки выхода пилотной трубы;
- нестыковка участка ННБ с участком линейной части трубопровода.

Отдельного внимания для урегулирования обозначенных проблем в части отказа при осуществлении проходки или расширении скважины заслуживает использование дополнительного метода выполнения инженерных изысканий — георадиолокационного обследования. Это связано с тем, что применяемые на данный момент методы инженерно-геологических изысканий не всегда обеспечивают достоверное представление о геологическом строении разреза профиля трассы. В частности, при проектировании подземных коммуникаций основным техническим средством является разведочное бурение скважин. К значительному недостатку данной технологии можно отнести дискретный характер исследований массива по разрезам отдельных скважин. Даже с учетом реализации сети скважин разведочного бурения эти исследования не дают полностью достоверного представления о геологическом строении на межскважинных участках, о фактическом изменении инженерно-геологических и гидрогеологических характеристик в нетронутым массиве [2]. Применение геофизических методов обследования в таком случае повышает эффективность геологических исследований, позволяя на ранних стадиях выполнения проектных работ подземной инфраструктуры осуществить технические решения в большей степени проработанными, что в свою очередь минимизирует дополнительные риски при выполнении строительно-монтажных работ (СМР), а также благоприятно скажется на сроках выполнения переходов.

Учитывая тенденции современного мира и нефтегазовой отрасли в целом по стремительному применению инноваций, позволяющих повышать качество выполняемых работ, снижая всевозможные отягощающие риски как на этапе проектных работ, так и при выполнении СМР, внедрение метода

георадиолокационного обследования на наиболее важных участках, переходов методом ННБ оказывает благоприятное влияние на качественные показатели итоговой реализации проекта.

Георадарное зондирование

Геофизические (георадарные) исследования рекомендуется выполнять для решения следующих задач: поиска пустот, трещин, зон разуплотнения, древних эрозийных врезов, захороненных конструкций (старых фундаментов), погребенных древних колодцев, свалок, захоронений, заброшенных коллекторов и других коммуникаций [2].

Геофизический мониторинг проводится также с целью наблюдения за состоянием грунтов, фундаментов зданий и сооружений, находящихся в зоне ведения работ при проведении СМР и на стадии проектирования инженерных подземных коммуникаций, в том числе бестраншейными методами (рис. 1).

Помимо традиционных геофизических методов, на застроенных территориях может быть использован частный случай, метод радиоволнового зондирования с помощью георадара — переносного импульсного радиолокатора, позволяющего осуществлять разделение сред с различной диэлектрической проницаемостью по отраженному сигналу. Георадарное зондирование не требует свободного пространства для развертывания необходимой аппаратуры, может эффективно применяться в условиях тесной застройки, в том числе с интенсивным движением транспорта, а также при наличии помех в зоне воздействия объектов сильного радио- и электромагнитного излучения, затрудняющих использование других геофизических методов.

Необходимость геофизического (георадарного) мониторинга как на этапе проектирования, так и в период осуществления строительства инженерных подземных коммуникаций, определяется возможными ошибками на этапах разработки технических решений и осуществления строительства подземных сооружений, которые приводят к нарушениям естественного гидрогеологического режима подземных вод, что иногда приводит к подтоплениям и размывам грунта, а также может быть обусловлено обнаружением сложно проходимых геологических участков, валунов, полостей, которые могут привести к просадкам или провалам грунта и, как следствие, невозможности дальнейшей реализации строительства без применения дополнительных мероприятий. В зависимости от каждого конкретного случая могут потребоваться различные решения:

от применения механических установок ННБ с более мощным тяговым усилием, а также дополнительного оборудования, доталкивателя, до невозможности реализации перехода и развертывания работ на параллельном участке, учитывая выявленные усложняющие факторы, что в свою очередь негативно отражается на финансовых и временных затратах.

Опыт применения георадарного обследования на объектах строительства

В ходе выполнения СМР на одном из объектов при реализации перехода трубопроводом методом ННБ через водную преграду произошла аварийная ситуация. По факту проработки технических решений по урегулированию сложившейся ситуации был предложен к применению метод георадиолокационного обследования.

Георадиолокационное обследование грунтов по оси трассы ННБ было выполнено с целью определения наличия посторонних предметов в стволе скважины ННБ и вне его, а также возможных затрудняющих строительство факторов (рис. 2):

- геологическая структура слоев грунта;
- аномалии геологического строения, суффозионные воронки, провалы, оползни, зоны разуплотнения, увлажнения, просадок и т.п.;
- вертикальные буровые шнеки или брошенные штанги ННБ (могут быть причиной повреждения изоляции трубопровода).

В данном примере трасса ННБ в районе реки проходит в массиве аллювиальных осадочных пород. Георадарный разрез, выполненный по оси трассы проходки, позволяет уточнить литологические границы участка обследования. Трасса ННБ и георадарный профиль на обследуемом участке пересекают несколько существенных структур:

- долину реки, самую глубокую структуру на обследуемом участке, прослеживается до отметки 26–27 м;
- объект, расположенный под малыми потоками на участке 400–450 м, на отметках до 23–24 м;
- три структуры глубиной до 10–12 м.

Все обозначенные структуры врезаны или вложены в массив более древних морских осадочных пород или аллювиальных отложений большой долины реки.

Проблемный участок проходки ННБ приходится на вход трассы из массива аллювиальных отложений большой долины реки на участке 250–270 м на глубине 14–15 м. Литологические границы «более молодых» палеоструктур, вложенных в массив «более древних» осадочных пород, часто связаны с резким изменением свойств пород



Рис. 1. Геофизическое обследование трассы ННБ
Fig. 1. Geophysical survey of the underground passage route

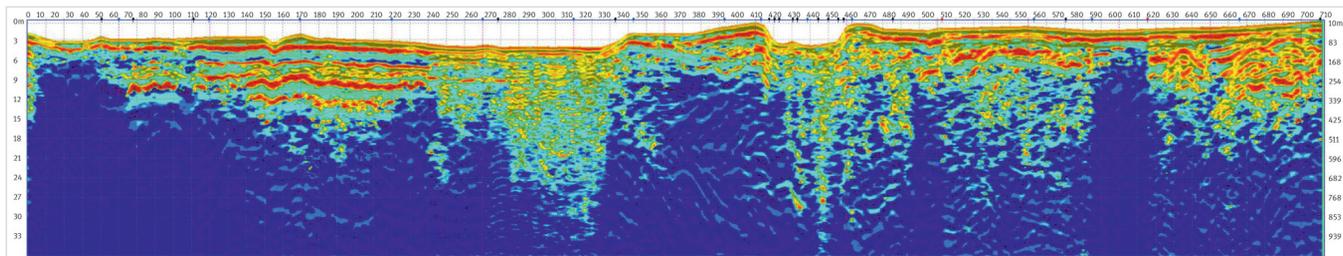


Рис. 2. Георадарный разрез по оси скважины
Fig. 2. Georadar section along the axis of the well

(влажности, плотности, гранулометрического состава и т.п.). На бортах и в подошве речной долины возможно наличие локальных крупнообломочных объектов.

По результатам георадарного обследования по трассе ННБ подводного перехода для рассматриваемого примера было установлено:

- трасса скважины ННБ на обследуемом участке пересекает несколько крупных структур;
 - на границах (борта и подошва) долины реки выявлены контрастные протяженные плотные объекты. На проблемном участке трассы ННБ (250–270 м) на глубине 14–15 м георадарный разрез фиксирует радиообразы в виде гипербол. Такие радиообразы характерны для отдельных локальных объектов, имеющих существенно более высокую плотность, чем вмещающая среда. В поле зрения георадара попали как минимум три таких объекта. Эти три объекта регистрируются в проблемной зоне на глубине проходки трассы ННБ. Наличие таких локальных объектов на трассе проходки скважины ННБ может существенно осложнить проходку или сделать ее невозможной;
 - над ожидаемым местом положения скважины на участке под рекой регистрируется практически повсеместно вертикальная зона разуплотненного грунта. Зона разуплотнения (или размыва) направлена вверх от горизонта проходки;
 - вертикально расположенного брошенного бурового инструмента в грунтах по обследованному участку проходки ННБ и на расстоянии до 5 м по обе стороны от нее не обнаружено;
 - горизонтальных металлических штанг в зоне ожидаемого на георадарном разрезе местоположения скважины ННБ не обнаружено.
- Исходя из полученного георадарного

обследования, а также учитывая требования [2], был запроектирован новый профиль перехода методом ННБ через водную преграду и при выполнении СМР проблем при расширении скважины, протаскивании защитного футляра в скважину и рабочего трубопровода в защитный футляр не возникло, переход успешно реализован (рис. 3).

Итоги

В результате проведенной работы удалось избежать осложнений при строительстве перехода и исключить возможные потери времени и ресурсов, связанные с попаданием траектории перехода в «неблагоприятные» зоны. Показано, что при наличии разнородной геологической структуры необходимо применять геофизический мониторинг в процессе строительства, а также при наличии факторов, препятствующих применению традиционных способов выполнения инженерных изысканий.

Выводы

Зачастую стандартные методики по выполнению инженерных изысканий не могут отображать фактическую геологическую ситуацию, ввиду того что информация по геологическому разрезу формируется на основании буровых колон, которые имеют определенный шаг между собой. На основании буровых колон формируется геологический чертеж, и в ряде случаев аномалии геологического строения, провалы, зоны разуплотнения, увлажнения, просадок и т.п. могут не попадать в объем выполненных инженерных изысканий. Таким образом, необходимо применять альтернативные методы изысканий, которые благодаря своему техническому вооружению, а также технологическому опыту позволяют выполнить проектирование, основываясь на разносторонних материалах, с большей точностью, что повышает качество проектирования, снижая часть возможных рисков при выполнении СМР.

Необходимость выполнения георадарного обследования участка территории планируемого перехода методом ННБ на этапе проектирования должна определяться индивидуально с учетом выполненных геологических изысканий стандартными способами. Учитывая факт вероятного отсутствия осложненных геологических условий, применение георадарного обследования совместно со стандартными инженерными изысканиями может привести к необоснованному увеличению затрат на осуществление проекта в целом. Таким образом, метод георадарного обследования целесообразно применять в следующих ситуациях:

- по факту выполнения стандартных инженерных изысканий и наличия на них мест, сигнализирующих о возможных проблемных участках в межскважинном пространстве геологического профиля;
- по факту возникновения аварийной ситуации при осуществлении СМР, не позволяющей завершить строительство перехода методом ННБ. В таком случае есть вероятность того, что выполненные инженерные изыскания не отображают корректно всю фактическую геологическую ситуацию и при смещении оси перехода относительно участка незавершенного строительства с целью исключения повторения обозначенной ситуации.

Литература

1. Освоение подземного пространства. Прокладка подземных инженерных коммуникаций методом горизонтального направленного бурения. СТО НОСТРОЙ 2.27.17-2011. М.: БСТ, 2012. 145 с.
2. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть V. Правила производства работ в районах с особыми природно-техногенными условиями. СП 11-105-97. М.: ФГУП ПНИИИС Госстроя России, 2003. 40 с.

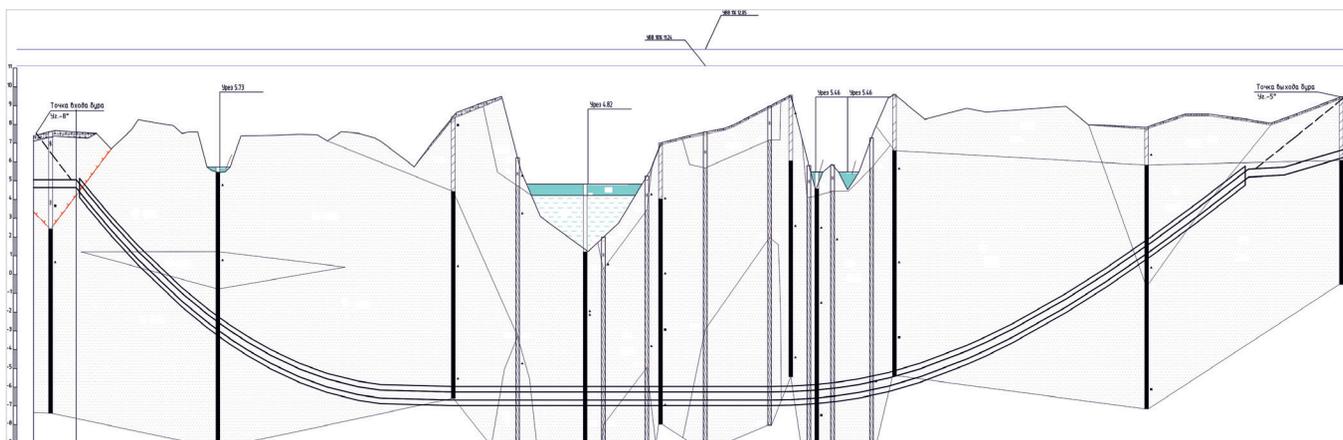


Рис. 3. Переход методом ННБ через водную преграду
Fig. 3. Transition water barrier with directional drilling method

3. Агарков А.М., Межуев Д.С., Тихонов А.А. Технология прокладки коммуникаций методом горизонтально-направленного бурения // Инновационная наука. 2017.

№ 5. С. 43.

4. Метод бестраншейной прокладки газопровода. URL: <https://tsgnb.ru/blog-gnb/223-metod-bestransheynoy-prokladki->

gazoprovoda.html (дата обращения 05.05.2021 г.).

ENGLISH

Results

As a result of the work, it was possible to avoid risks during the construction of the underpass and eliminate possible losses of time and resources associated with getting the trajectory of the transition into “unfavorable” zones. It is shown that in the presence of a heterogeneous geological structure, it is necessary to apply geophysical monitoring during construction, as well as in the presence of factors that prevent the use of traditional methods of performing engineering surveys.

Conclusions

Often, standard methods for performing engineering surveys cannot reflect the actual geological situation. The sampling points of the soil in this case have a certain step between them. Therefore, in some cases,

anomalies of the geological structure, sinkholes, zones of decompression, humidification, subsidence may be missed when performing engineering surveys. Therefore, it is necessary to use alternative methods of research that have greater accuracy. This improves the quality of design, reducing some of the possible risks when performing construction and installation work.

The need to perform a georadar survey when planning a transition by the directional drilling method should be determined individually. At the same time, it is necessary to exclude an unreasonable increase in the costs of the project as a whole. It is advisable to use the GPR survey method in the presence of signs of possible problem areas, in the event of an emergency during the implementation of construction and installation works.

References

1. Development of underground space. Laying of underground utilities by the method of horizontal directional drilling. Organization standard NOSTROY 2.27.17-2011. Moscow: BST, 2012, 145 p. (In Russ).
2. Engineering geological site investigations

for construction. Part V. Rules of work in areas with special natural and man-made conditions. Set of rules 11-105-97. Moscow: FGUP PNIIS Gosstroya Rossii, 2003, 40 p. (In Russ).

3. Agarkov A.M., Mezhujev D.S., Tikhonov A.A. Technology of laying communications

by horizontal directional drilling. Innovative Science, 2017, issue 5, P. 43. (In Russ).

4. Trenchless gas pipeline laying method. URL: <https://tsgnb.ru/blog-gnb/223-metod-bestransheynoy-prokladki-gazoprovoda.html> (accessed 05.05.2021). (In Russ).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Шейкин Вячеслав Александрович, ведущий инженер отдела трубопроводного транспорта, АО «ТомскНИПИнефть», Томск, Россия

Для контактов: sheykinva@tomsknipi.ru

Sheykin Vyacheslav Aleksandrovich, lead engineer of the pipeline transport department “Tomsk Petroleum institute” JSC, Tomsk, Russia

Corresponding author: sheykinva@tomsknipi.ru